

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-124449

(43)Date of publication of application : 05.06.1987

(51)Int.Cl.

G01N 22/00

H01P 7/04

H01P 7/06

(21)Application number : 60-263874

(71)Applicant : DAIPOOLE:KK

(22)Date of filing : 26.11.1985

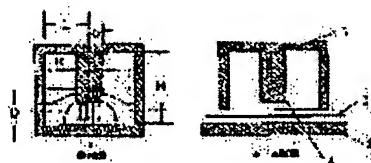
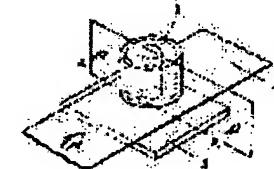
(72)Inventor : MAENO YORIHIKO

## (54) PHYSICAL PROPERTY MEASURING INSTRUMENT FOR PLANE MATERIAL

## (57)Abstract:

PURPOSE: To localize the measurement position and to improve measurement precision, sensitivity, and stability by providing a projection part at a place corresponding to the measurement position.

CONSTITUTION: The projection part 4 is placed opposite paper 2 to be measured and a closed electric field is distributed perpendicularly to the surface of the paper 2 from nearby the tip part of the projection part 4. Consequently, the place to be measured is limited to about the area of the tip of the projection part and the amount of water on the paper surface is measured locally.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁 (JP)      ⑪ 特許出願公開  
**⑫ 公開特許公報 (A)      昭62-124449**

⑬ Int.Cl. <sup>4</sup> G 01 N 22/00 H 01 P 7/04 7/06	識別記号	序内整理番号 8406-2G 6749-5J 6749-5J	⑭ 公開 昭和62年(1987)6月5日 審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)
---	------	---	---

⑮ 発明の名称 平面材料の物性測定装置

⑯ 特 預 昭60-263874  
 ⑰ 出 預 昭60(1985)11月26日

⑱ 発明者 前野 順彦 東京都杉並区荻窓5-12番7-702号  
 ⑲ 出願人 株式会社 ダイボール 東京都杉並区荻窓5-12番7-702号  
 ⑳ 代理人 弁理士 沢田 雅男 外1名

### 明細書

#### 1. 発明の名称

平面状材料の物性測定装置

#### 2. 特許請求の範囲

平面状測定物の両面に位置する電極の少なくとも一方の電極を、測定部位に対応する場所に凸部を設けたマイクロ波空洞共振器としたことを特徴とする平面状材料の物性測定装置。

#### 3. 発明の詳細な説明

##### (産業上の利用分野)

本発明は、マイクロ波のエネルギー吸収量、またはマイクロ波の空洞共振周波数変化から、被測定材料の科学的または物理的性質を測定する装置に関するものである。被測定材料としては、穀物、穀粉炭等各種粉粒体材料、またはフィルム、被覆膜、紙、繊維等各種平面状材料があげられる。

工程における上記材料の成分分析、水含量、質量、屈折率等の化学的特性、誘電率等の電磁気的特性を対象としている。

##### (従来の技術)

マイクロ波を用いた計測装置は、マイクロコンピュータによる数据データ処理技術の進歩と、固体素子、新素材等のマイクロエレクトロニクスデバイス技術の変革を反映して、ここ数年来著しい改良が加えられている。特に、製紙工場における紙の水分量、厚さ、あるいは秤量(单位面積当たりの重量)等をオンラインで計測する装置は、最近注目をあびている応用分野である。最終的に出来上がる紙の品質を一定に保つ為には、これらのファクターを常時計測しながら、パルプ原材料の調整、乾燥工程の制御等の工程へオンラインによりフィードバック出来ることがのぞましい。また製紙工場においては紙の端部は出荷時の製品の単位当たりの重量をきめるために、品質を一定

## 特開昭62-124449 (2)

る工夫がなされている。従って水分量の検査なオンライン計測は製紙工程に於ける最重要課題の一つとなっている。

代表的な従来の技術は、第1図のように直方体空洞共振器を適用したるもので7と8で上下一対の空洞共振器をつくり中間部にシート状の被測定物2を挿入する構成となっている。

上部空洞共振器7にはマイクロ波の送信部9、下部空洞共振器にはその受信部10があり、被測定物が挿入されている場合といかない場合のマイクロ波のエネルギー変動差値および共振周波数の変動量を測定する。オンライン計測においてはこれらのデータにコンピュータによるサンプリング処理を行って、被測定物の含水量及び秤量を算出する。エネルギー変動値及び共振周波数の変動量の忠度が高ければ高い程、精度は向上する。データのサンプリング処理はマイコン等の処理で極めて高速で、かつ信頼性も高く行われている。

従来の直方体空洞共振器は、空洞開口は約30cm×60cm、空洞の深さは上下とも約70cm、中間部の

局所的な被測定部位が確保されることが望まれていた。

第2に、従来の共振器の形状は直方体であるため、被測定物が挿入されたり、その水分量が変化してもマイクロ波の吸収及び共振周波数はほとんど変動しない。このため測定精度は著しく悪かった。

第3に、被測定物の上下にある空洞共振器には同一形状のものが用いられているため、例えばオンライン測定時に上下空洞共振器の位置が平面状被測定物の方向に僅かでもずれると、空洞共振器の役割が果たせなくなり、目的の測定が出来なくなる。これは、製造工程におけるオンライン計測の安定化を著しく害するものであった。

第4に、空洞共振器は形状寸法精度の要求が極めて厳しく特に直方体を正確に工作することは事実上困難である。つまり平面状の部材を貼り合わせて正確な直方体を構成する方法に於いては、貼り合わせる部材での平面度を保つことが難しく、

ギャップは約1mmとなっている。この形状は現在市販されているマイクロ波共振器は回路処理も含めて9GHzのものが主流であるため、この周波数にあった共振周波数が得られるように設計されている。

## (発明が解決しようとする問題点)

従来の直方体空洞共振器を用いた製紙工程における水分量の計測には、次のような問題点がある。第1に9GHzのマイクロ波が利用されることから共振器の開口部を30cm×60cmより小さくすることが出来ず、従って被測定部位の最小な位置決定をすることが困難なことである。実際には30cm×60cm程度の領域に含まれる水分量の平均化された測定値が得られるわけで、被測定部位を30cm×60cm以下の範囲にすることはできない。实用上はより狭い領域での水分量を計測する必要がある。特に製紙工程においては紙のエッヂ部分約10cm幅の水分量の調整が最も必要であるが従来の技術ではこの測定は極めて困難である。従って、より狭い

理論値に近い値を持つ形状を作ることは实际上極めて困難な状況にあった。

## (問題を解決するための手段)

本発明はマイクロ波を利用し、平面状測定物の両面に位置する電極の少なくとも一方の電極に、測定部粒に対応する場所に凸部を設けた空洞共振器を採用することによって、上記問題点を解決するものである。その電極の具体的形状の一例は第1図A、Cで示されるように、紙等の被測定物の上面の電極に凸部4が凹形円筒空洞共振器内に設けられている。

## (作用)

本発明による測定装置は、少なくとも一方の電極に凸部を設けたことにより、被測定物に照射されるマイクロ波の電界密度分布が測定部位に対応する凸部付近で局所内に著しく高くなっている。このために測定部位の領域が凸部の形状と同じ程

## 特開昭62-124449 (3)

例えば水分量が僅かに変化した場合でも、本発明に依る空洞共振器のQ値及び共振周波数はいずれも鋭く変化する特徴を有っている。以下本発明の原理を図面を参照しながら説明する。第1図Cは本発明に依る装置の代表的な対称四角形円筒空洞共振器の原理図である。この空洞共振器内部の電界強度分布には図中の矢印で示した様に空洞内部の円筒状凸部4先端付近で密しく稠密になっており、他の領域では粗略になっている。また凸部4先端付近での電界強度分布は対称する平面電極に垂直に分布している。この空洞共振器の共振周波数 $f$  [GHz] 及びQ値は第1図Cの記号を用いて次の様に表せる [E. Fujikawa, IRE TRANS. MIT (1958) 344頁] :

$$f = \left( \frac{30}{2\pi} \right)^{1/2} \cdot \left( \frac{\epsilon_r(L/S)}{(2/\pi)S + 4\pi(\epsilon_r/2)} \right)^{1/2},$$

$$\Omega = 2\pi f / h = \left[ 2\pi^2(L/S) + \pi^2 \cdot (3/L^2) \right]^{1/2}$$

ここで、 $\epsilon_r = [(L-S)^2 + R^2/2]^{-1/2}$ ,  $h = 4\sqrt{\rho/3\sigma}/2\pi$ 。  
 $\epsilon_r$  はマイクロ波の波長,  $\sigma$  は空洞材料の抵抗率で

ある。

第1図Dに、 $L/S=2.5$ に於ける空洞共振器の形状変化における共振周波数の変化を示す。横軸は $L/S$ 、縦軸は $f/f_0$ 、図中の曲線は $f_0$ を示し、いずれも無次元でスケールしてある。

本発明による測定装置は第1図Cの形状に限定されない。例えば凸部4の先端は平圓でなく、湾曲してもよい。また凸部4は円筒に限らず、電界密度が集中するような形状であれば梢円形等、任意の形状で良い。さらに空洞共振器全體の形状も対称である必要はなく、任意の形状でよい。いずれの場合にも、凸部4の付近に電界密度が集中するような形状にして、空洞共振周波数が所定の値を持ち、かつQ値が出来る限り高くなるように構成する。凸部4が空洞共振器の内部に存在するために、被測定物等の異物が挿入されて空洞共振器の構成がわずか変化しても、共振周波数とQ値は極めて鋭敏に変化する。このことから本発明の測定器は被測定物の微小な薄厚・水分量変化等も鋭敏に検出することができる。

## (実施例)

本発明の一実施例を図面によって説明する。第1図Aは、本発明による代表的な平面状材料の物理測定装置の一実施例である。1は対称四角形円筒空洞共振器で、図面には明示されていないが、マイクロ波の送受信部が設けられている。2は平面状材料の被測定物で、この実施例では製紙工程における紙の水分量をオンラインで計測する状態が示されている。被測定物は平面状材料であれば何でもよく、穀物、微粉炭等各種粉粒流体状材料、フィルム材、ダンボール紙材あるいはフィルムベース状にコートされた各種被覆膜等である。また、被測定物が粒体、流体等であっても何らかの方法で平面状にできれば測定可能である。被測定物は共振器底部3と共に1との間隙に非接触で挿入されているので、測定は非接触オンラインで行える。第1図Bは、本実施例のさらに詳細な機構を説明するために、第1図AのA-A'断面を示している。第1図Bにおいて、凸部4が被測定物

である様子に対応しており、第1図Cの原理図で示された様に、凸部4の先端部付近から稠密な電界が紙面2に対して垂直に分布している。このために被測定部位には凸部先端の面積密度に制限され、紙面の局所的な水分量の測定が可能となっている。具体的な形状の一例としてアルミニウムを材料として空洞円筒半径を2.54cm、空洞円筒深さを2.99cm、凸部円筒半径を0.90cm、凸部4先端と共振器底部3との距離を1.35cmとした所、実測値として共振周波数は2.7GHz、Q値は7091となり、前述した理論値と、極めて一致していることが判明した。さらにこの場合の半値巾は2.7GHzをピークとして380KHzと著しく小さく鋭いQ値を持つことがわかる。従来の直方体形空洞共振器では共振周波数が2.7GHzの場合、Q値は5500程度で、半値巾も700KHzと広いのと比較すると本実施例は著しく感度が向上している。従って、水分量等の測定精度も著しく向上している。本実施例のもうひとつの特徴は、共

## 特開昭62-124448 (4)

図1が測定時に平行移動した場合でも、空洞共振器の構成は変化しない。従って計測の安定性にすぐれた構造となっている。さらに、本実施例の装置は対称円筒形であるため、製造が極めて容易である。

第2図Aは本発明による他の実施例1を示す。第2図BはそのA-A'断面図、第2図Cは原理図を表している。第2図A、Bにおいて、上部円筒空洞共振器5と上部円筒空洞共振器が対置しており、中間部に被測定物の紙2が挿入されている。上部及び下部の円筒は第2図のBの断面図からわかるように中空のリング状に構成されており、本発明による凸部に対応する部材は内部中空リングの円筒の先端部に対置している。第2図Cの原理図を見れば、電界強度分布が、上述の内部中空リングの円筒先端部で精密かつ被測定物に対して垂直となっていることがわかる。なお、上下各円筒空洞共振器の形状は同一でなくともよく、第2図Cの原理図で見られる凸部先端の電界強度分布が実現される構成であればよい。

アルミニウム又は銀等の導電材料をコートしたもので構成してもよい。

## (発明の効果)

本発明による平面状材料の物性測定装置の効果は次のと項目に要約される。

## (1) 測定部位の局所性

空洞共振器に凸部状の電極を設けたことにより、電界強度分布が凸部先端付近に精密化され、従って測定部位が凸部の形状と同程度の領域に限定される。このため、平面状材料の物性測定に当たって、従来の直方体空洞共振器全体の大きさ程度の測定部位精度が、著しく狭められて、局所的な物性測定が可能となった。

## (2) 測定の精度と感度の向上

上記局所性の効果と同様に空洞内部の凸部電極付近に電界が集中したことにより、被測定物の物理のわずかな変動に対して、電極及び空洞共振器が極めて鋭敏に変化する。この結果、オンライン

第3図Aは本発明による他の実施例2を示す。第3図BはそのA-A'断面図、第3図Cは原理図を表している。この実施例は、前記第2図実施例に於ける円筒状中空部をうめ合わせたものであり、また前記第1図の実施例における四形円筒空洞共振器を上下一対に対置させたものである。第2図において、空洞共振器内筒の凸部付近電界強度は著しく精密で、かつ被測定値に対して垂直に照射されていることがわかる。なお、上部、下部の四形円筒空洞共振器の形状は、前述の場合と同様に、必ずしも同一でなくともよい。

以上の実施例で詳説した様に、本発明による平面状材料の物性測定装置は、測定部位に対応する場所に凸部を設けて、被測定物に対する電界強度分布が精密となるように構成された空洞共振器であれば、どのような形状でも良いことは明らかである。

なお、本発明による空洞共振器の材料はアルミニウム材等の金属だけではなく、全てをプラスチックにして軽量化し、空洞共振器内部の表面に

され、同時に目的とする物性値の測定精度、感度が共に極めて向上した。

## (3) 安定性の向上

本発明による実施例の第1図Aの場合、共振器底部の形状が平面であるので、対置する四形円筒空洞共振器が測定時に平行にずれても、測定には全く影響を与えない。これは、システム化されたオンライン計測装置の安定性が著しく向上するという効果をもたらす。他の実施例等においても空洞に凸部を設けたことにより測定の精度と感度が向上し、測定の安定性も必然的に確保されることとなった。

## (4) 装置製造コストの低減化

本発明による実施例に見られる様に、代表的な空洞共振器の形状は対称な円筒形であるのでその製造は極めて容易であり、その製造コストも大幅な削減となつた。

## 4. 図面の簡単な説明

特開昭62-124449 (5)

を示す図である。

第1図Bは第1図AのA-A'の断面図である。

第1図Cは本発明の空洞共振器の原理図である。

第1図Dは第1図Cの空洞共振器の共振周波数を示す図である。

第2図A, B, Cは本発明の他の実施例1を示す図である。

第3図A, B, Cは本発明の他の実施例2を示す図である。

第4図は説明図を示す図である。

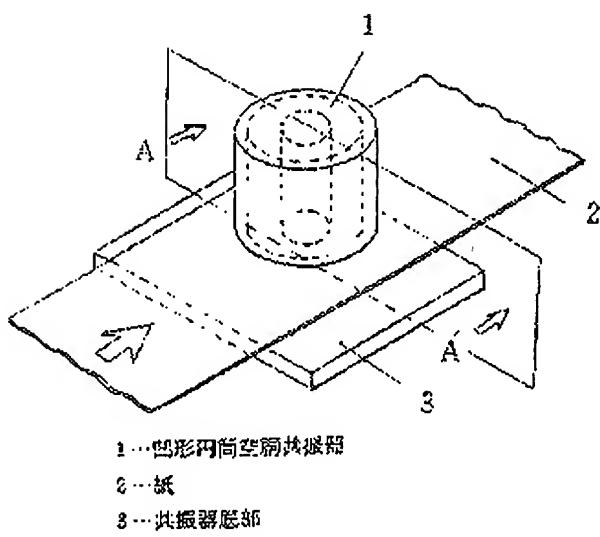
1 ···· 四形内筒空洞共振器	2 ···· 紙
3 ···· 共振器底部	4 ···· 凸部
5 ···· 上部円筒空洞共振器	
6 ···· 下部円筒空洞共振器	
7 ···· 上部空洞共振器	
8 ···· 下部空洞共振器	
9 ···· 送信部	10 ···· 受信部

特許出願人 株式会社ダイポール

代理人弁理士 渡田雅男 外1名

PS-6

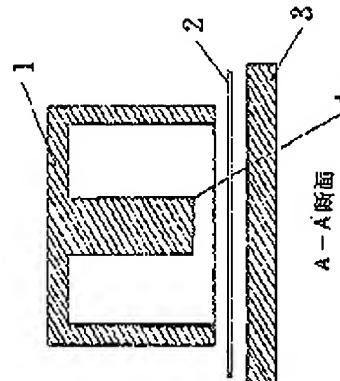
第1図A



1 ···· 四形内筒空洞共振器  
2 ···· 紙  
3 ···· 共振器底部

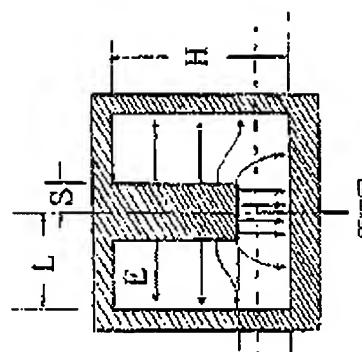
本発明の平面状材料の物性測定装置

第1図B

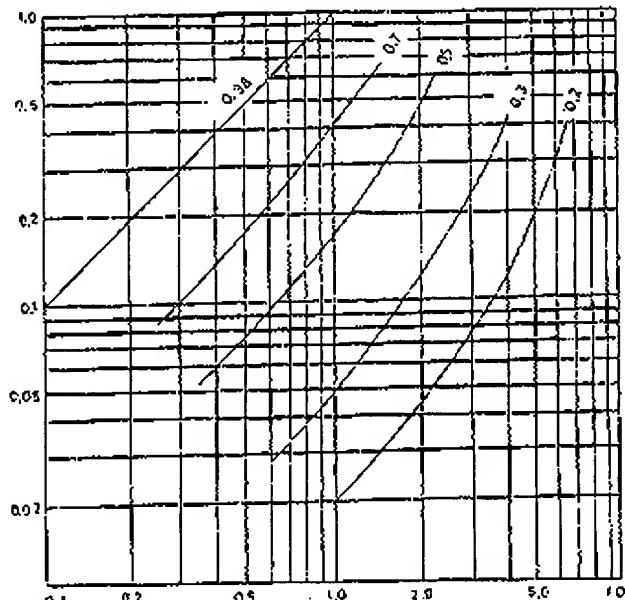


原理図  
1 ···· 四形内筒空洞共振器  
2 ···· 槽  
3 ···· 気流導進部  
4 ···· 凸部

第1図C



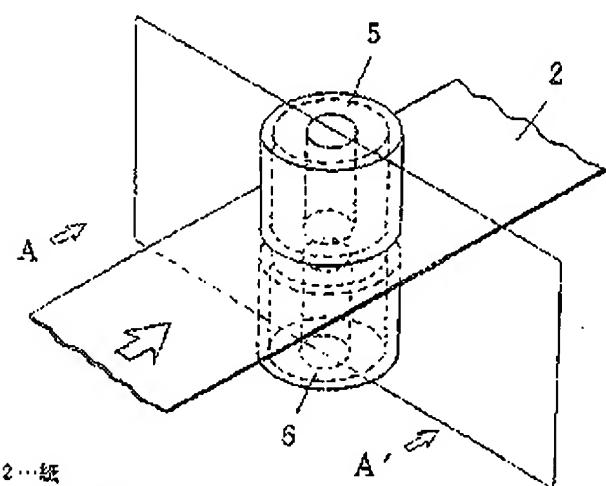
第1図D



第1図Cの空洞共振器の共振周波数

特開昭62-124449 (6)

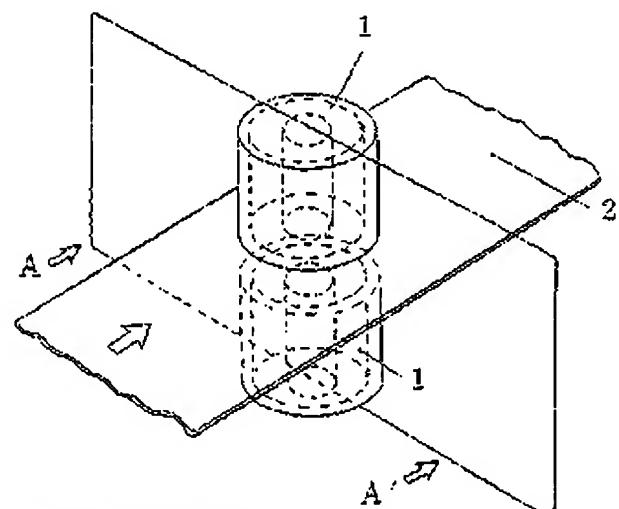
第2図A



2…紙  
5…上部円筒空洞共振器  
6…下部円筒空洞共振器

本発明の他の実施例1

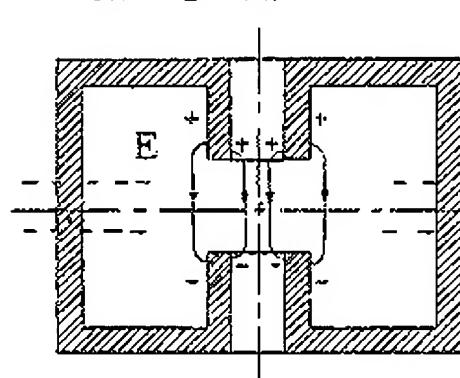
第3図A



1…凸形円筒空洞共振器  
2…紙

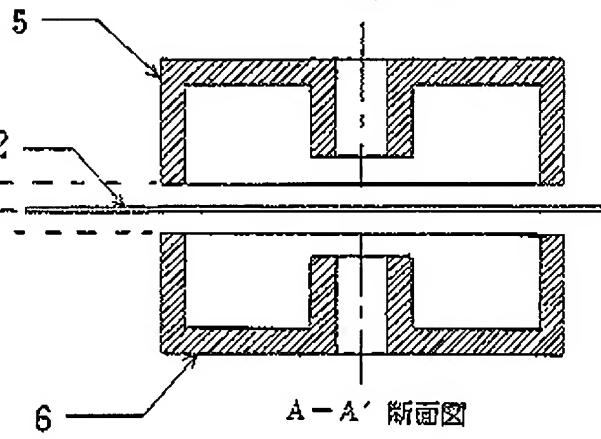
本発明の他の実施例2

第2図C



原理図

第2図B

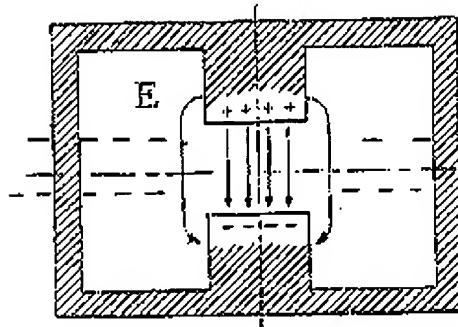


A-A' 断面図

2…紙  
5…上部円筒空洞共振器  
6…下部円筒空洞共振器

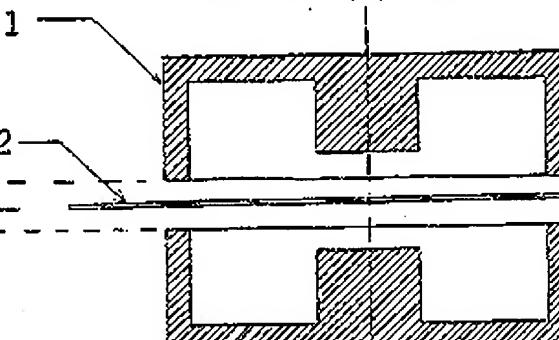
特開昭62-124449 (7)

第3図 C



原理図

第3図 B

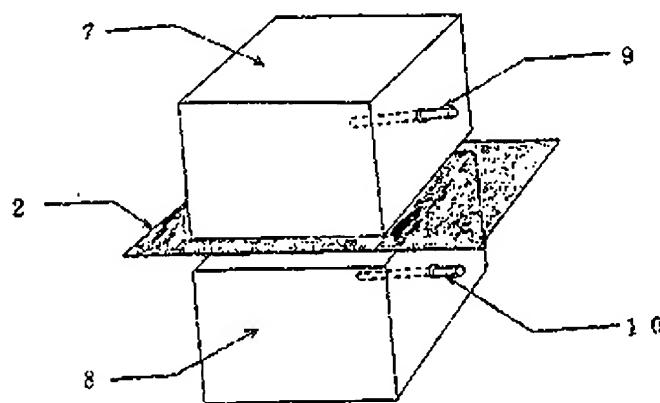


A-A断面

1…凸形円筒空腔共振器

2…紙

第4図



2…紙

7…上部空腔共振器

8…下部空腔共振器

9…送信紙